

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ФОРСУНОК НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОКАПЕЛЬНОГО ЗАКАЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА

Майсурадзе М.В., Ануфриев Н.П., Курбацкая Н.Н.

Руководитель: д.т.н., проф. Юдин Ю.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина», ugtu-tofm@rambler.ru

Основными характеристиками качества прокатных валков является повышенная твердость поверхности бочки и требуемая глубина упрочненного слоя. Получение оптимального сочетания этих характеристик с использованием традиционных режимов термообработки является сложной задачей. Данную проблему позволяет решить использование при закалке водокапельного охлаждения, так как путем варьирования конструктивных и технологических параметров закалочного устройства (расположение форсунок в охлаждающем устройстве, давление воды, расстояние от форсунок до охлаждаемой поверхности) можно получить условия охлаждения, требуемые для достижения необходимого комплекса механических свойств.

Предложена конструкция закалочного устройства для термической обработки валков горячей прокатки. Устройство представляет собой несколько вертикально установленных коллекторов, расположенных соосно с валком, на которых расположены центробежно-струйные форсунки. Основные параметры форсунок и особенности их работы подробно рассмотрены в [1].

С целью оптимизации расположения форсунок в устройстве проведено экспериментальное моделирование работы форсунок в закалочном устройстве. Для этого две форсунки одного типоразмера были установлены на подвижной планке специальной лабораторной установки. Данная установка позволяет регулировать как расстояние между форсунками ($L = 0,15 \dots 0,25$ м), так и расстояние от форсунки до охлаждаемой поверхности ($H = 0,3 \dots 0,5$ м). Параметром оптимизации являлась плотность орошения и равномерность ее распределения по охлаждаемой поверхности.

Регрессионный анализ экспериментальных данных позволил получить аналитические уравнения, связывающие конструктивные параметры охлаждающего устройства (H и L) с его гидравлическими характеристиками (средняя плотность орошения и среднеквадратичное отклонение плотности орошения):

$$Q_{\text{cp}} = 2,1 + 1,5H + 1,9L - 17,5HL, \quad (1)$$

$$S_Q = 1,4 - 1,9H - 0,65L, \quad (2)$$

где $Q_{\text{ср}}$ – средняя плотность орошения, л/м²с; S_Q – среднеквадратичное отклонение плотности орошения, л/м²с; H – расстояние от форсунки до охлаждаемой поверхности, м; L – расстояние между форсунками в устройстве, м.

Из анализа уравнений (1) и (2) следует, что увеличение H от 0,3 до 0,5 м приводит к снижению средней плотности орошения на 33 % (при $L = 0,25$ м). При увеличении L от 0,15 до 0,25 м средняя плотность орошения снижается на 16 % (при $H = 0,3$ м). Среднеквадратичное отклонение плотности орошения при увеличении H и L в исследованном диапазоне уменьшается на 55 и 10 % соответственно. Вследствие того, что уменьшение плотности орошения приводит к снижению интенсивности охлаждения [1], для дальнейших исследований было выбрано расстояние от форсунок до охлаждаемой поверхности $H = 0,3$ м.

Проведено расчетное моделирование взаимного расположения форсунок в закалочном устройстве, которое показало хорошее соответствие с экспериментальными результатами. Это дало возможность оценить полную картину распыла при совместной работе двух форсунок и определить интегральное значение плотности орошения для каждой точки охлаждаемой поверхности вала. Анализ полученных результатов показал, что при увеличении расстояния между форсунками от 0,15 до 0,25 м среднеквадратичное отклонение интегральной плотности орошения уменьшается на 47 %, тогда как значение плотности орошения уменьшается только на 18 %. Таким образом, для повышения равномерности охлаждения бочки вала целесообразно расположить форсунки на коллекторе на расстоянии 0,25 м друг от друга и 0,3 м от охлаждаемой поверхности вала.

Список литературы

1. Майсурадзе М.В. Разработка технологии термической обработки и конструкций водокапельных охлаждающих устройств: дис... канд. техн. наук. / М.В. Майсурадзе. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2008. 177 с.